

**MODIFIKASI RANGKAIAN MODUL *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL*
(DSSC)**



Disusun oleh :

**SETI DWI HASTUTI
M0212071**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
SURAKARTA
September, 2016**

**MODIFIKASI RANGKAIAN MODUL *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL*
(DSSC)**



Disusun oleh :

**SETI DWI HASTUTI
M0212071**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
Persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
SURAKARTA
September, 2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Modifikasi Rangkaian Modul *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

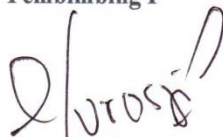
Diusulkan oleh :

Seti Dwi Hastuti

M0212071

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si.
NIP.19721013 200003 1 002

Tanggal : 5/9/2016

Pembimbing II



Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si, M.Si.
NIP. 19710831200003 1 005

Tanggal : 10/10/16

HALAMAN PENGESAHAN

Modifikasi Rangkaian Modul *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Yang ditulis oleh :

Nama : Seti Dwi Hastuti

NIM : M0212071

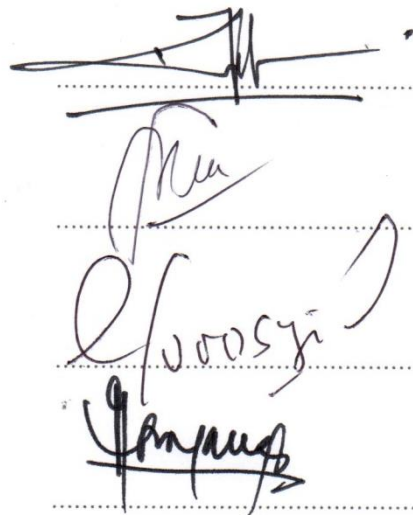
Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 22 September 2016

Anggota Tim Penguji:

1. Ketua Penguji
Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si
NIP. 19690826 199903 1 001
2. Sekretaris Penguji
Dr. Fuad Anwar, S.Si, M.Si
NIP 197006102000031001
3. Anggota Penguji I
Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si
NIP.19721013 200003 1 002
4. Anggota Penguji II
Dr.Eng. Risa Suryana, S.Si, M.Si
NIP. 19710831200003 1 005



Disahkan pada tanggal **10-10-2016**
oleh :

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si
NIP.19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi Skripsi saya yang berjudul “Modifikasi Rangkaian Modul *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, September 2016

Seti Dwi Hastuti

MOTTO

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

“Do the best and pray. God will take care of the rest”
(Lakukan yang terbaik, kemudian berdoalah. Tuhan yang akan mengurus sisanya)

“Cara terbaik untuk keluar dari suatu persoalan adalah memecahkannya”

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk :

- 1. Bapak, Ibu, keluarga besar atas segala perngorbanan, doa, semangat, dan segalanya yang tak henti-hentinya diberikan kepadaku. Semoga karya ini menjadi kebanggaan atas kerja keras ku selama ini.**
- 2. Keluarga *Material Research Group***
- 3. Teman-teman *Creativity oF physiCians* (CFC) 2012**
- 4. Keluarga Program Studi Fisika FMIPA UNS**

Modifikasi Rangkaian Modul *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

SETI DWI HASTUTI

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh modifikasi rangkaian modul dengan karakteristik I - V terbaik untuk diaplikasikan pada *solar window*. Modul *solar window* dibuat dari sel DSSC. Penelitian sebelumnya telah membuat sel tunggal DSSC dengan ukuran kecil 1 cm x 1 cm. DSSC dengan ukuran kecil, belum bisa diaplikasikan dalam pembuatan *solar window*. Fabrikasi *solar window* membutuhkan ukuran yang lebih besar dari sel tunggal. Penelitian selanjutnya yaitu modul *solar window* dibuat dengan menggabungkan beberapa sel dari DSSC. Modifikasi rangkaian yang dibuat adalah koneksi monolitik, koneksi eksternal seri tipe Z, koneksi eksternal paralel dan koneksi internal seri tipe Z. Fabrikasi modul DSSC memiliki ukuran sel aktif 5 cm x 9 cm. Sel DSSC disusun berdasarkan struktur *sandwich* yang terdiri dari lapisan aktif TiO_2 sebagai elektroda kerja, *dye*, larutan elektrolit dan elektroda karbon. Efisiensi modul yaitu koneksi monolitik $5,3 \times 10^{-2}\%$, koneksi eksternal seri $7,8 \times 10^{-2}\%$, koneksi eksternal paralel $0,8 \times 10^{-2}\%$ dan koneksi internal seri $0,7 \times 10^{-2}\%$. Koneksi eksternal seri menghasilkan efisiensi tertinggi. Hal ini disebabkan koneksi ini mampu menghasilkan daya yang besar, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa koneksi eksternal seri adalah modifikasi terbaik untuk diaplikasikan pada *solar window*.

Kata kunci : DSSC, koneksi monolitik, koneksi eksternal seri tipe Z, koneksi eksternal paralel, koneksi internal seri tipe Z.

Modification of Circuit Module of Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC)

SETI DWI HASTUTI

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Sebelas Maret University

ABSTRACT

This research has been conducted to obtain a modification of circuit producing the best efficiency for solar windows applications. Solar window module was constructed by DSSC cells. In the previous research, solar window was created by a single cell of DSSC 1 cm x 1 cm. Because it had small size, it could not be applied in the manufacture of solar window. Fabrication of solar window required a larger size of DSSC cell. Therefore, in the next research, a module of solar window was fabricated by connecting few cells of DSSC. Circuit modification of module was done by using monolitik circuit, external type Z series circuit, external parallel circuit, internal type Z series circuit. Its fabrication of DSSC with the same size of each cell was 5 cm x 9 cm. DSSC cells were sandwich structures constructed by an active layer of TiO_2 as the working electrode, electrolyte solution, dye, and carbon layer. Efficiency of module were monolithic circuit $5.3 \times 10^{-2}\%$, external type Z series circuit $7.8 \times 10^{-2}\%$, external parallel $0.8 \times 10^{-2}\%$ and internal type Z series circuit $0.7 \times 10^{-2}\%$. External type Z series circuit have higher efficiency. Its caused this circuit had larger power, so it could be concluded that series external circuit was the best modification for solar windows applications.

Keyword : DSSC, monolithic circuit, external type Z series circuit, external parallel circuit, internal type Z series circuit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Skripsi ini penulis beri judul “**Modifikasi Rangkaian ModulDye-Sensitized Solar Cell (DSSC)**”. terselesaikannya Skripsi ini adalah suatu kebahagiaan bagi penulis. Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Skripsi ini. Atas bantuan yang sangat besar selama proses pengerjaan Skripsi ini, ucapan terimakasih secara khusus penulis sampaikan kepada :

1. Bapak, Ibu, dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, semangat dan do’a.
2. Bapak Dr. Fahru Nurosyid, S.Si, M.Si selaku pembimbing pertama yang selalu memberikan suport, bimbingan, dan arahan dengan penuh kesabaran dalam proses awal hingga pengerjaan skripsi ini berakhir.
3. Bapak Dr. Eng. Risa Suryana, S.Si, M.Si selaku pembimbing kedua yang memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Mohtar Yunianto, S.Si, M.Si selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat.
5. Dinasti D.P, Endang L, Dianmas E.C.P, Sinta M, Hanifah R dan Reza A sahabat yang selalu memberikan *support* dan selalu membantu dalam proses penelitian.
6. Rekan-rekan *Material Research Group* Program Studi Fisika yang telah banyak membantu proses penelitian.
7. Teman-teman *Creativity of physiCians* (CFC) 2012 yang terus memberikan support.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Aamiin. Penulis menyadari akan banyaknya

kekurangan dalam penulisan Skripsi ini, namun demikian penulis berharap semoga karya kecil ini memberikan manfaat kepada semua pihak.

Surakarta, September 2016

Penulis

PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya yang berjudul “Modifikasi Rangkaian Modul *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)” dipublikasikan pada *International Conference of Physics* (ICOPIA) 2016. Bali, 23 Agustus 2016 (*Oral Presentation*) dengan judul “Modification of circuit module of dye-sensitized solar cells (DSSC) for solar windows applications”.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	2
1.3. Perumusan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Energi Matahari	4
2.2. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	4
2.3. Struktur DSSC	6
2.3.1. Substrat Elektroda	7
2.3.2. <i>Titanium Dioxide</i> (TiO ₂)	7
2.3.3. Zat Pewarna (<i>Dye</i>)	7
2.3.4. Larutan Elektrolit	8
2.4. Kinerja DSSC	8
2.5. Rangkaian Seri dan Paralel Sel Surya	9
2.6. Koneksi Modul DSSC	11
2.6.1. Koneksi Monolitik	11
2.6.2. Koneksi Internal Tipe Z	12
2.6.3. Koneksi Eksternal Tipe Z.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.2.1. Alat Penelitian	15
3.2.2. Bahan Penelitian	16
3.3. Prosedur Penelitian	17
3.3.1. Persiapan	18
3.3.1.1. Pembuatan Skema Modifikasi Rangkaian Modul	18
3.3.1.2. Pembersihan Substrat FTO	20

3.3.2. Pembuatan Pasta TiO_2	21
3.3.3. Pembuatan Ekstrak <i>Dye</i>	21
3.3.4. Pendeposisian Lapisan TiO_2	21
3.3.5. Pendeposisian Lapisan Karbon	22
3.3.6. <i>Annealing</i>	22
3.3.7. Perendaman <i>Dye</i>	22
3.3.8. <i>Assembling</i> (Perakitan) DSSC	23
3.3.9. Karakterisasi <i>I-V</i>	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
7.1. Koneksi Monolitik	26
7.2. Koneksi Eksternal Seri Tipe Z	27
7.3. Koneksi Eksternal Paralel	30
7.4. Koneksi Internal Seri Tipe Z	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data Karakteristik <i>I-V</i> Koneksi Monolitik.....	27
Tabel 4.2. Data Karakteristik <i>I-V</i> Masing-masing Sel Tunggal untuk Koneksi Eksternal Seri Tipe Z dan Paralel.....	28
Tabel 4.3. Data Karakteristik <i>I-V</i> Koneksi Eksternal Seri Tipe Z.....	29
Tabel 4.4. Data Karakteristik <i>I-V</i> Koneksi Eksternal Paralel.....	31
Tabel 4.5. Data karakteristik <i>I-V</i> Masing-masing Sel Tunggal Koneksi Internal Seri Tipe Z.....	33
Tabel 4.6. Data Karakteristik <i>I-V</i> Koneksi Internal Seri Tipe Z	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Prinsip kerja DSSC	5
Gambar 2.2. Skema tingkat energi DSSC	6
Gambar 2.3. Struktur DSSC	6
Gambar 2.4. Karakteristik tegangan-arus pada sel surya	9
Gambar 2.5. Kurva I - V untuk N seri	10
Gambar 2.6. Kurva I - V untuk N paralel	10
Gambar 2.7. Skema koneksi monolitik.....	11
Gambar 2.8. Skema koneksi internal tipe Z	12
Gambar 2.9. Skema koneksi eksternal tipe Z.....	12
Gambar 2.10. Skema sel satuan dari DSSC	13
Gambar 2.11. Skema penggabungan sel satuan menjadi modul	13
Gambar 3.1. Diagram alir proses DSSC	17
Gambar 3.2. Skema dan ukuran koneksi monolitik	18
Gambar 3.3. Skema dan ukuran koneksi eksternal seri tipe Z dan paralel	19
Gambar 3.4. Skema dan ukuran koneksi internal seri tipe Z	19
Gambar 3.5. Area <i>seal</i> lapisan konduktif pada substrat yang telah dihilangkan	20
Gambar 3.6. Set alat <i>ultrasonic cleaner</i> untuk membersihkan substrat	21
Gambar 3.7. Set alat <i>screen printing</i>	22
Gambar 3.8. Assembling koneksi eksternal seri tipe Z.....	23
Gambar 3.9. Assembling koneksi eksternal paralel	23
Gambar 3.10. Assembling koneksi internal seri tipe Z.....	24
Gambar 3.11. Set alat I - V meter <i>Keithley</i>	25
Gambar 4.1. Kurva I - V koneksi monolitik	27
Gambar 4.2. Kurva I - V koneksi eksternal seri tipe Z.....	28
Gambar 4.3. Kurva I - V koneksi eksternal paralel	30
Gambar 4.4. Kurva I - V koneksi internal seri tipe Z.....	32

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
V_{oc}	<i>open-circuit voltage</i>	<i>Volt</i>
I_{sc}	<i>short-circuit current</i>	<i>A</i>
V_{max}	Tegangan maksimum	<i>Volt</i>
I_{max}	Arus maksimum	<i>A</i>
I_o	Intensitas cahaya	<i>W/m²</i>
P_{in}	Daya masukan	<i>watt</i>
P_{max}	Daya keluaran	<i>watt</i>
η	Efisiensi	<i>%</i>
FF	<i>Fill Factor</i>	<i>-</i>
A	Luas area	<i>m²</i>
P	Panjang	<i>M</i>
L	Lebar	<i>M</i>

